

водоотведения. В частности, с постановкой оптимизационной задачи для участка бассейна реки, включающего притоки и водозаборы, а также с выработкой механизма учета взаимозависимости выходных концентраций веществ после очистки (с целью получения технологически достижимого результата расчета).

1. Водный Кодекс Украины. – К.: Видавничий Дім “Ін Юре”, 2004. – 138 с.

2. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично-допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами: Затв. Мінприроди України 15.12.94. – Харків: УкрНЦОВ, 1994. – 79 с.

3. Проскурнин О. А. Нормирование поступления взаимно трансформирующихся веществ в водный объект со сточными водами // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ. – 2008. – № 46, – С.189-195.

4. Проскурнин О. А. Оптимизационный подход к ограничению содержания веществ, нормируемых по лимитирующим признакам вредности, в сточных водах // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Харків: ВД “Райдер”, 2010. – № 32. – С.162-173.

5. Хват В.А., Львов В.Н., Ладыженский В.Н. Справочник по охране водных ресурсов. – К.: Урожай, 1989. – 176 с.

6. О порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ и перечень загрязняющих веществ, сброс которых нормируется: Постановление КМУ № 1100 от 11 сентября 1996 г. // Собрание постановлений правительства Украины. – 1997. – №. 17 – С.490.

7. Василенко С. Л. Статистические модели последовательной трансформации веществ в водотоках с непрерывными источниками вдоль потока // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Харків: ВД “Райдер”, 2004. – С.54-66.

Получено 13.07.2012

УДК 628.33

Т.А.ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА

Приведена экономическая целесообразность технологии доочистки сточных вод от соединений фосфора на основании результатов опытно-промышленных испытаний.

Наведено економічну доцільність технології доочистки стічних вод від сполук фосфору на основі результатів дослідно-промислових випробувань.

The article shows the economic feasibility of post-treatment technology of waste water from phosphorus compounds on the basic of pilot tests.

Ключевые слова: биогенные элементы, магнитно-электрическая активация, пилотная установка, контактные осветлители, активированные растворы коагулянтов, экономический эффект.

Проблема удаления биогенных элементов из бытовых сточных вод на современном этапе развития технологий очистки стоков является едва не самой главной. Ужесточение требований к сбросу в водоемы азота и фосфора со сточными водами, как в России, так и в Украине заставляет искать новые решения в технологиях очистки и доочистки стоков [1].

Развитые страны Европы с 80-х годов прошлого столетия внедряют эти технологии на практике, при этом законодательно закрепляются требования не только к качеству сбрасываемых стоков, но и к качеству применяемых синтетических моющих веществ, которые являются основными поставщиками соединений фосфора в сточные воды. По этому пути развивается и законодательная база Российской Федерации. В Украине этот вопрос стоит только на начальной стадии, развитие и внедрение этих вопросов тормозят и устаревшие конструкции очистных сооружений, и недостаток средств на внедрение уже разработанных технологий, позволяющих изымать соединения азота и фосфора из бытовых сточных вод [2, 3].

В Харьковской национальной академии городского хозяйства разработан метод удаления соединений фосфора [4] с применением растворов реагентов, которые подвергались магнитно-электрической активации. На базе этого метода были проведены опытно-промышленные испытания на канализационных очистных сооружениях ЦОС-1 г. Запорожья по изучению повышения эффективности удаления биогенных элементов из бытовых сточных вод при доочистке их на контактных осветлителях с применением активированных растворов коагулянтов.

Центральные очистные сооружения № 1 (ЦОС-1) г. Запорожья служат для полной биологической очистки сточных вод левобережной части г. Запорожья. Проектная производительность сооружений составляет 211 тыс. м³/сутки.

На очистные сооружения ЦОС-1 поступают сточные воды со следующими усредненными показателями за 2007-2009 гг.: содержание взвешенных веществ – 166,0 мг/дм³; БПК_{полн} – 218-240 мг О/дм³; нитраты – 0,77 мг/дм³; фосфаты – 6,6-11,6 мг/дм³; температура – 12-18 °С.

Цель исследований: повышение качества фильтрата при добавлении активированного раствора коагулянта в осветляемую воду перед контактными осветлителями.

Программой исследований предусматривалось изучение процесса контактной коагуляции на пилотной установке, работающей по технологии существующих очистных сооружений и включающей две технологические линии:

I – поступление сточных вод на механические решетки, улавливание минеральных примесей в аэрируемых песколовках, биологическая

очистка сточных вод в резервуарах денитрификации (переоборудованные первичные отстойники), а затем в аэротенках, вторичное отстаивание, доочистка сточных вод на контактных осветлителях с применением раствора коагулянта, обеззараживание сточных вод хлором и сброс очищенных сточных вод в р. Днепр;

II – поступление сточных вод на механические решетки, улавливание минеральных примесей в аэрируемых песколовках, биологическая очистка сточных вод в резервуарах денитрификации (переоборудованные первичные отстойники), а затем в аэротенках, вторичное отстаивание, активирование раствора коагулянта, ввод его перед контактными осветлителями, проведение процесса контактной коагуляции, обеззараживание сточных вод хлором и сброс очищенных сточных вод в р. Днепр.

Производительность пилотной установки составляла 208,3 л/ч по каждой технологической линии.

В состав установки входят:

- активатор коагулянтов (по II технологической линии);
- смеситель;
- контактный осветлитель;
- трубопроводы обвязки с запорной и регулирующей арматурой.

Исследования выполнялись на биологически очищенных сточных водах при применении раствора сульфата алюминия (I серия экспериментов) и при применении раствора хлорида железа (III) (II серия экспериментов) в осенне-зимний период 2010 г.

На пилотной установке в качестве коагулянтов были применены растворы сульфата алюминия и хлорида железа (III). Доза коагулянта сульфата алюминия при проведении I серии экспериментов составляла 45-65 мг/дм³ (считая по безводному продукту), а при проведении II серии экспериментов доза коагулянта хлорида железа (III) составляла 55-90 мг/дм³ (считая по безводному продукту).

При использовании активированных растворов коагулянтов (II технологическая линия) дозы их были снижены, в среднем, на 20-25% и составляли, соответственно, для раствора сульфата алюминия 35-55 мг/дм³ (считая по безводному продукту), для раствора хлорида железа (III) 40 - 70 мг/дм³ (считая по безводному продукту).

Основные результаты опытно-промышленных испытаний:

- улучшение качественных показателей фильтрата: по взвешенным веществам в среднем на 31,6 %, по фосфатам – в среднем на 25,1%;
- снижение дозы коагулянта в процессе доочистки сточной воды в среднем на 23,5% с получением фильтрата требуемого качества;

- повышение производительности контактных осветлителей и всей системы очистных сооружений канализации в целом в среднем на 25%.

Результаты выполненных исследований использованы при разработке технологической документации для промышленного внедрения активированного раствора коагулянта в технологической схеме доочистки сточных вод с контактными осветлителями на очистных сооружениях канализации ЦОС-1 г.Запорожья.

В качестве коагулянта предлагается использовать сульфат алюминия, который будет поставляться в жидком виде из г.Пологи Запорожской обл.

Для интенсификации процессов доочистки сточных вод от соединений фосфора на ЦОС-1 г.Запорожья предусмотрено использование активированного раствора коагулянта сульфата алюминия. Активатор реагентов [5] устанавливается на обводной линии реагентопровода, согласно технологической схеме.

Для оценки эффективности внедрения активированных растворов реагентов в процессах доочистки сточных вод на контактных осветлителях определяли экономический эффект от внедрения разработанной технологии по результатам опытно-промышленных испытаний пилотной установки на канализационных очистных сооружениях ЦОС-1 г.Запорожья с применением активированного раствора сульфата алюминия.

Исходные данные для расчета экономической эффективности от внедрения активированного раствора сульфата алюминия по результатам опытно-промышленных испытаний пилотной установки на канализационных очистных сооружениях ЦОС-1 г.Запорожья приведены в таблице, при этом снижение дозы коагулянта сульфата алюминия при активации его раствора согласно опытно-промышленным исследованиям принято в среднем на 21%.

Исходные данные для расчета экономического эффекта

№ п/п	Вид показателя	Ед. изм.	Базовый вариант	Внедренный вариант
1	Производительность очистных сооружений	тыс. м ³ /сутки	211	211
2	Средняя доза коагулянта	г/м ³	50,0	40,0
3	Годовой расход коагулянта	т	3850,75	3080,6
4	Стоимость коагулянта Al ₂ (SO ₄) ₃	долл. / т	312,5	312,5
5	Стоимость электроэнергии	долл. / кВт·ч	0,044	0,044
6	Мощность активатора коагулянта	кВт·ч	-	2,9

Таким образом, годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии дефосфатизации сточных вод на ЦОС-1 г. Запорожья составит 239372,25 долл.

1. Душкин С.С. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С.С. Душкин, А.Н. Коваленко, М.В. Дегтярь, Т.А. Шевченко. – Харьков: ХНАГХ, 2011. – 146 с.

2. Шевченко Т.А. Повышение эффективности очистки сточных вод от биогенных элементов / Т.А. Шевченко // Экология – образование, наука, промышленность и здоровье: Сб. докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: БГТУ, 2011. – Ч.1. – С.211-215.

3. Шевченко Т.А. Анализ методов удаления соединений азота и фосфора из бытовых сточных вод / Т.А. Шевченко // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. пр. Вип.66. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 2011. – С.326-329.

4. Патент №45046 Україна, МПК (2009) C02F 1/48. Спосіб доочистки стічних вод від сполук фосфору / Душкін С.С., Коваленко О.М., Благодарна Г.І., Ярошенко Ю.В., Линник Г.О., Шевченко Т.О.; заявник та правовласник ХНАМГ. – № 45046; заявл. 15.05.2009; опубл. 26.10.2009, Бюл. № 20.

5. Патент України №54932А, МПК 7 C02F1/48. Спосіб підготовки розчину алюмомістного коагулянту для освітлення природних і стічних вод / Душкін С.С., Дем'янюк В.М. та ін. – Заяв. 24.05.2002; Опубл. 17.03.2003.

Получено 17.04.2012

УДК 628.179

В.Г.НОВОХАТНІЙ, канд. техн. наук, С.О.КОСТЕНКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

МЕТОД РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розроблено метод розрахунку безвідмовності та ремонтпридатності охолоджувальних систем оборотного водопостачання промислових підприємств.

Разработан метод расчета безотказности и ремонтпригодности охлаждающих систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

Developed a method for calculating the reliability and maintainability of cooling systems of the circulation water system of industrial enterprises.

Ключові слова: системи оборотного водопостачання, надійність.

Системи оборотного водопостачання (СОВ) на промислових підприємствах набули широкого розповсюдження зважаючи на екологічні та економічні вимоги. Серед СОВ значне місце займають ті оборотні системи, які слугують тільки для охолодження води. Назвемо такі системи охолоджувальними системами оборотного водопостачання – ОСОВ. Розглянемо, для прикладу, роботу ОСОВ заводу залізобетонних виробів (рис.1). Нагріта вода (після охолодження технологічних установок) самопливними трубопроводами (В5С) надходить у камеру нагрітої води (КНВ), з якої насосами нагрітої води (ННВ) вона подається напір-